



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
BUNDESAMT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

(51) Int. Cl.³: H 05 K 3/46

Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978



(12) PATENTSCHRIFT A5

(11)

629 057

(21) Gesuchsnummer: 8370/78

(73) Inhaber:
Contraves AG, Zürich

(22) Anmeldungsdatum: 07.08.1978

(24) Patent erteilt: 31.03.1982

(45) Patentschrift
veröffentlicht: 31.03.1982

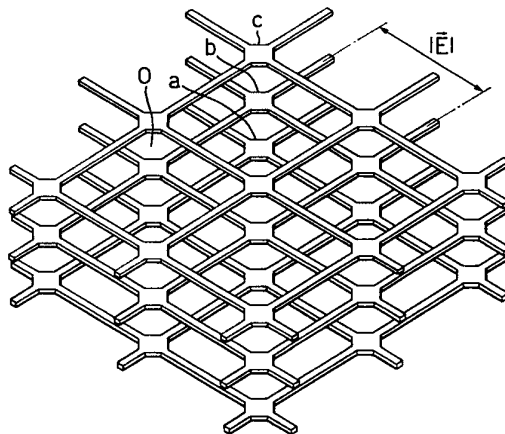
(72) Erfinder:
Hans Jürgen Reuter, Wallisellen

(54) Verfahren zur Auslegung von elektrisch leitenden Schichten zur Herstellung von gedruckten Schaltungen, sowie mehrschichtiges Basismaterial zur Ausführung des Verfahrens.

(57) Die Anzahl N Zwischenebenen des Basismaterials sind als deckungsgleiche, durch Isolierschichten getrennte Flächengitter ausgebildet, die durch eine Verschiebung in jeder Richtung der um $(\vec{E})$ beabstandeten elektrisch leitenden Stege zu einem Raster angeordnet werden, derart, dass ausgehend von einem ersten, einer Aussebene benachbarten Flächengitter (a), die anderen Flächengitter (b,c) nacheinander und schrittweise in der Reihenfolge wachsender Entfernung vom ersten Flächengitter derart angeordnet werden, dass ein Flächengitter gegenüber dem in dieser Reihenfolge vorangehenden

Flächengitter um den Summenvektor $\frac{k}{N} \sum_{i=1}^H \vec{E}_i$ verschoben wird, wobei k ein Geometriefaktor ist und H die Anzahl der verschiedenen Richtungen der Stege S bezeichnet.

Die Erfindung wird zur Herstellung eines universell anwendbaren vorfabrizierten und damit ab Lager beziehbaren mehrschichtigen Basismaterials angewendet.



PATENTANSPRÜCHE

1. Verfahren zur Auslegung von elektrisch leitenden Schichten eines mehrschichtigen flächigen Basismaterials zur Herstellung von gedruckten Schaltungen, wobei auf zwei Aussebenen und einer Anzahl N von mindestens zwei Zwischenebenen des Basismaterials je eine leitende Schicht angeordnet ist und die leitenden Schichten durch Isolierschichten getrennt werden, und wobei die auf den Zwischenebenen angeordneten leitenden Schichten als einander deckungsgleiche Flächengitter ausgebildet sind, diese Flächengitter in einer Anzahl H von Richtungen zueinander parallele Stege aufweisen und in je einer Richtung i die Stege im wesentlichen um die Länge eines Abstandsvektors $\vec{E}_i$ beabstandet sind, dadurch gekennzeichnet, dass ausgehend von einem ersten, einer Aussenebene benachbarten Flächengitter (a), die anderen Flächengitter (b, c) nacheinander und schrittweise in der Reihenfolge wachsender Entfernung vom ersten Flächengitter derart angeordnet werden, dass ein Flächengitter gegenüber dem in dieser Reihenfolge vorangehenden Flächengitter um den Summen-Vektor $k/N \sum_{i=1}^H \vec{E}_i$ verschoben wird, wobei k ein Geometriefaktor ist, der für orthogonale Flächengitter den Wert $k = 1$ und für hexagonale Flächengitter den Wert $k = 2/\sqrt{3}$ hat.

2. Mehrschichtiges flächiges Basismaterial zur Ausführung des Verfahrens nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch die im Patentanspruch 1 genannten Merkmale.

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Auslegung von elektrisch leitenden Schichten eines mehrschichtigen flächigen Basismaterials zur Herstellung von gedruckten Schaltungen, gemäss dem Oberbegriff des unabhängigen Patentanspruchs 1.

Als Folge der Miniaturisierung in der Elektronik und der Forderung nach komplexeren und schnelleren Schaltungen werden an die Verdrahtungs- und Verbindungstechnik neue Forderungen topologischer Art gestellt. Kompakte Bauweise, kürzere Verbindungen für schnelle Signale, hohe Vermaschung (meshed circuit) und grösserer Leiterquerschnitt, um eine gesättigte Stromversorgung zu gewährleisten, kreuzungsfreie Leiterzüge und wegen der hohen Packungsdichte eine bessere Verteilung der Verlustwärme über die metallischen Leiter sind Forderungen, die immer schwerer zu erfüllen sind und die zuletzt nur durch Ausweichen auf zusätzliche Leiterebenen befriedigend gelöst werden können.

So ist eine derartige Lösung bekannt, bei der die elektrische Stromzuführung sowie die Stromsenke, zum Beispiel die Erde, über Sammelschienen geführt werden, welche räumlich über der Leiterbahnebene angebracht sind, wobei die Stützen dieser Sammelschienen direkt als elektrische Kontakte benützt werden. Solche Stromversorgungsschienen sind als fertiges Element in verschiedener Variation erhältlich und bilden wegen ihrer, vom Hersteller bestimmten Dimensionierung, das dominierende Konstruktionselement, nach dem sich die Konstruktion einer gedruckten Schaltung ausrichtet. Diese Einschränkung führt zwangsläufig zu Kompromissen in der Auslegung der Schaltung. Eine einwandfreie Schutzlackierung, wie sie zum Beispiel nach den amerikanischen MIL-Normen gefordert wird, ist bei der Verwendung von Stromversorgungsschienen nicht möglich. Eine elektrisch günstige Vermaschung ist nur durch zusätzliches Anbringen von Leiterdrähten zu erreichen.

Es ist weiterhin bekannt, diese zusätzlichen Leiterebenen in das Innere des Basismaterials zu verlegen und durch spezielle Bohrungen diese inneren Ebenen untereinander und mit den schaltungstragenden äusseren Ebenen zu verbinden. Solcherart mehrschichtige Leiterplatten enthalten also ausser den beiden elektrisch leitenden äusseren Verdrahtungs- oder Schal-

tungsbildern auch eine bis mehrere innere, durch ein Dielektrikum getrennte Verdrahtungs- oder Schaltungsbilder, die in einer durch ihre vorgesehene Anwendung genau bestimmten Lage zueinander und zu den beiden äusseren elektrisch leitenden Schichten angeordnet sind. Dieses Aufteilen der Verdrahtung einer gesamten Schaltung in verschiedene Ebenen, die funktionell untereinander wirksam sein sollen, erfordern vom Layout bis zur Realisierung einen sehr hohen Aufwand, der im Stand der Technik dieses Gebietes immer wieder hervorgehoben wird. Eine solcherart fertiggestellte mehrschichtige Leiterplatte ist jedoch nur noch für eine einzige, wenn auch zum Teil sehr komplexe, elektrische Schaltungsfunktion verwendbar, Modifikationen sind nachträglich nur schwer möglich, ebenso Reparaturen an der inneren Verdrahtung.

Um diesem Aufwand zu begegnen, wurden in weiteren bekannten, nachfolgend beschriebenen Lösungen eine Vereinheitlichung der Leiterbilder durch symmetrische Muster oder Universal-Leiterbilder angestrebt, bei deren Anwendung auf eine möglichst grosse Vielzahl von Schaltungsfunktionen nur noch geringe Modifikationen nötig sind, um sie dann bei nachfolgender Schichtung mit Hilfe elektrischer Anschlüsse funktionell untereinander zu verbinden. Diese Modifikationen werden entweder direkt an dem auf einer Zwischenlage aufgetragenen Muster, durch Trennen von Verbindungen, vorgenommen oder sie werden auf einer Leitungsführungsvorlage bzw. dem Filmmaterial ausgeführt. Dies ist ein viel geringerer Arbeitsaufwand als das jeweilige Neuzeichnen der benötigten Verdrahtungsebenen.

Es ist beispielsweise aus der DE-A-1926590 eine Lösung bekannt, bei der die einzelnen Isolierplatten oder Folien, welche beim Zusammenbau zu einer Art mehrschichtigen Leiterplatte die inneren Ebenen bilden, mit einem aus einer sich wiederholenden gleichartigen Anordnung von Anschlusspunkten und Verbindungsleitern gebildeten Universalraster bedruckt sind. Die universelle Verwendung des gezeigten Rasters beruht darauf, dass es möglich ist, eine praktisch beliebige Auswahl der metallisierten Flächen zu isolieren, oder anders ausgedrückt, durch Unterbrechen einzelner Leiter nur ausgewählte Flächen untereinander zu verbinden. Damit werden diese Universalraster vor dem Zusammenbau zu einer mehrschichtigen Leiterplatte auf die zu realisierende Schaltung konditioniert, dies mit dem schon erwähnten geringeren Arbeitsaufwand. Das fertiggestellte Basismaterial, also die mehrschichtige Leiterplatte, ist für eine dichte Anordnung von elektrischen Komponenten nicht geeignet, da für jeden Anschluss ein vertikal verbindender Stift benötigt wird, sie ist auch nur noch für diese einzige vorgesehene Schaltung verwendbar.

Eine weitere, beispielsweise aus der DE-A-2629303 bekannte Lösung nennt ein universelles Layoutverfahren, bei dem die Leitungsführungsvorlage, das ist ein vergrössertes Layout oder eine Zeichnung eines gedruckten Leitermusters, welches auf fotografischem Weg zur Bildung eines «Werkzeugoriginals» verkleinert wird, als spezielles Muster für eine bestimmte Art von Schaltungskarte oder als universelles Muster für viele Schaltungskartenarten ausgelegt ist. Die erforderlichen Änderungen zur Bildung einer speziellen Leitungsführungsvorlage eines Schaltungsmusters sind von einem relativ geringen Ausmass im Vergleich zu dem Zeichnungsaufwand, der zur Herstellung einer vollständigen Leiterführungsvorlage erforderlich ist. Damit werden die Universalraster der Innenebenen ebenfalls nur auf eine vorgesehene Schaltung konditioniert, so dass das fertiggestellte Basismaterial, die mehrschichtige Leiterplatte, auch in diesem Fall nur für eine enge Anwendung, nämlich für eine einzige Schaltung verwendbar ist. Diese Lehre zeigt also ein universelles Layoutverfahren, bei dem die universell verwendbaren Druckvorlagen nach der Funktion der zu realisierenden Schaltung abgeändert werden.

In der zitierten DE-A-2629303 wird unter anderem angegeben: die Anwendung von universellen Schaltungen, vorgefertigt und als zusammengebaute Einheit getestet, für eine Vielzahl von Anwendungsgebieten ohne die Notwendigkeit, rechnerische oder empirische Entwurfsarbeit leisten zu müssen, befreit den Schaltungskartenentwerfer von der sehr umfangreichen Aufgabe, die normalerweise mit der Schaffung von speziellen Mehrschichtkarten verbunden ist. Aus den vorangehenden Ausführungen ist jedoch zu erkennen, dass diese Aussage nicht zutrifft: die Platten sind in der Tat nicht universell anwendbar. Sie sind zwar für gewisse dafür vorgesehene Arten von einander ähnlichen Schaltungen ohne Änderung, für andere Schaltungen jedoch nicht ohne Änderung verwendbar, das heisst, für beliebige Schaltungen ist eine solche vorgefertigte Einheit nicht anwendbar und daher nicht universell.

Es ist die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein ohne Änderung universell anwendbares, vorfabriziertes und damit ab Lager beziehbares Basismaterial zu schaffen, zur Herstellung von ein- und zweiseitigen gedruckten Schaltungen im Additiv- oder Subtraktivverfahren oder Multiwire-Verfahren, das mit mindestens zwei Zwischenebenen eines elektrisch leitenden Flächengitters versehen ist, welche nach Bedarf zur Signalführung, Stromversorgung, Abschirmung, Wärmeleiter und/oder Wärmeverteiler verwendet werden können, und das durch die geometrische Ausbildung dieser inneren Schichten einen beliebigen Zuschchnitt der Plattendimension oder des Plattenformats erlaubt.

Damit soll ein mehrschichtiges Basismaterial zur Verfügung stehen, das bezüglich der konstruktiven Freiheiten annähernd wie ein übliches Basismaterial ohne Zwischenschichten zur Herstellung von ein- und zweiseitigen Leiterplatten verwendet werden kann. Da durch die eingebetteten Flächengitter zum Beispiel die Stromversorgung oder Abschirmung nicht mehr auf der Oberfläche der Leiterplatte angeordnet werden muss, steht diese vollumfänglich der Leiterführung der vorgesehenen Schaltung zur Verfügung. Dadurch ist eine intensive Flächennutzung möglich. Die konstruktiven Freiheiten zur Ausführung einer gegebenen Schaltung, also die Platzierung der Bauelemente mit der nötigen Leiterführung zu denselben, sollen möglichst gross sein, das heisst, es sollen viele Stellen für Anschlussbohrungen zu den Innenebenen sowie Durchstiegsbohrungen von der einen zur anderen äusseren Schaltungsebene systematisch und möglichst dicht über die gesamte Nutzfläche der Leiterplatte verteilt sein, wobei die Durchstiegsbohrungen die inneren Schichten nicht kontaktieren sollen. Der durch die gegebenen geometrischen Verhältnisse und durch die weitverbreitete Normierung der elektrischen Bauelemente aufgezwungene Kompromiss bei der üblichen Auslegung einer Schaltung soll auf diese Weise umgangen werden.

Diese Aufgabe wird durch die im kennzeichnenden Teil des unabhängigen Patentanspruchs 1 angegebene Erfindung gelöst.

Bei dem nach dieser Erfindung hergestellten Basismaterial lässt sich eine beliebige Anzahl von Anschlussbohrungen an die elektrisch leitenden Muster und Durchstiegsbohrungen durch den Raster über das ganze Basismaterial realisieren. Da der eingebettete Raster sich zweidimensional fortsetzt, in der Abstraktion auch über das Basismaterial hinaus, kann man eine solche mehrschichtige Leiterplatte beliebig dimensionieren. Die konstruktiven Freiheiten zur Ausführung einer gegebenen Schaltung sind gross, man ist lediglich durch einen Anschlussplan, der die Topologie des eingebetteten Rasters nach aussen vermittelt, in der Wahl der Anschluss- oder Durchstiegsstellen eingeschränkt. Im Sinne der Erfindung erlauben die gebotenen konstruktiven Freiheiten, dass bei der Auslegung einer beliebigen Schaltung keine konstruktiven Kompromisse wegen dem eingebetteten Raster eingegangen werden müssen.

Im folgenden wird die Erfindung unter Bezugnahme auf die

Zeichnungen näher beschrieben.

Fig. 1 zeigt einen Ausschnitt aus einem ausgewählten Flächengitter. Ein Element M des Flächengitters ist hervorgehoben.

Fig. 2 zeigt in räumlicher Darstellung einen Raster, welcher in einer ersten Ebene einen Ausschnitt aus einem Flächengitter wie in Fig. 1 abgebildet und in einer zweiten, dazu versetzten Ebene einen weiteren Ausschnitt aus demselben Flächengitter aufweist.

Fig. 3 zeigt einen Ausschnitt des Flächengitters, wie in Fig. 1 abgebildet, jedoch in einer anderen Dimension.

Fig. 4 zeigt einen Raster, welcher aus drei versetzten, übereinanderliegenden Ebenen des in Fig. 3 dargestellten Flächengitters aufgebaut ist.

Fig. 5 zeigt ein weiteres Flächengitter.

Fig. 6 zeigt einen Raster aus Flächengittern der Fig. 5 gebildet.

Fig. 7 zeigt ein hexagonales Flächengitter mit den Stegen S in drei Richtungen H_1 , H_2 und H_3 .

Fig. 8 zeigt ein weiteres hexagonales Flächengitter.

Das elektrisch leitende Flächengitter in Fig. 1 ist als Zusammenstellung von 4 gleichen Elementen M dargestellt, die in beiden Richtungen der Ebene beliebig weit fortgesetzt werden können. Ein Element M des Flächengitters ist hervorgehoben.

Die Abstände der elektrisch leitenden Stege S in x- und y-Richtung betragen $|\neg E|$. In Fig. 2 wird je ein Flächengitter in einer unteren Ebene a und einer oberen Ebene b verwendet, derart, dass diese Flächengitter in x- sowie in y-Richtung, dies ist auch die Richtung der elektrisch leitenden Stege S, um jeweils $|\neg E|/2$ gegeneinander verschoben sind. Bei zwei Schichten ist es an und für sich bedeutungslos, welches der beiden Flächengitter bei der gedachten Verschiebung koordinatenfest bleibt, in diesem und den folgenden Beispielen soll jeweils das unterste Flächengitter a koordinatenfest sein.

In der dargestellten Ausführungsform liegen diese beiden Flächengitter, durch eine Isolierschicht voneinander getrennt, in einem Dielektrikum eingebettet, und sie sind nur durch entsprechende Bohrungen von aussen erreichbar.

Man kann in Fig. 2 nun sehen, dass mittels Anschlussbohrungen das Flächengitter a durch die Zwischenräume im Flächengitter b und umgekehrt das Flächengitter b durch die Zwischenräume im Flächengitter a erreicht werden kann, ohne dass andere Flächengitter zu kontaktieren. Die beiden Flächengitter bilden in dieser Anordnung einen Raster der möglichen Anschlussbohrungen für die stromleitenden Ebenen a und b. Zudem sind an den Stellen 0 Durchstiegsbohrungen möglich, an denen keines der beiden Flächengitter kontaktiert wird.

Die Fig. 3 und 4 zeigen das systematische Vorgehen für den Aufbau eines 3schichtigen Rasters. Die elektrisch leitenden Stege der einzelnen Flächengitter haben wieder einen allgemeinen Abstand von $|\neg E|$, die Verschiebung zweier benachbarter Flächengitter beträgt nun $\frac{1}{2}|\neg E|$ in den beiden Richtungen der elektrisch leitenden Stege. Die gegenseitige Versetzung der drei Flächengitter ist jedoch derart, dass die Verschiebungen benachbarter Flächengitter als aufeinanderfolgend gedacht werden und dass ausgehend vom untersten koordinatenfesten Flächengitter a jede Verschiebung eines Flächengitters b und c additiv zur vorangehenden steht. Man erkennt nun wiederum die Möglichkeiten zur Realisierung von Anschlussbohrungen zu allen drei elektrisch leitenden Schichten a, b und c sowie die Stellen für die Durchstiegsbohrungen 0 beispielsweise zum Verbinden der beiden äusseren Schaltungsebenen, ohne die inneren stromleitenden Flächengitter zu kontaktieren. In konsequenter analoger Weiterführung des Vorgehens lässt sich auf diese Weise ein N-schichtiger Raster aufbauen.

Die Fig. 5 zeigt in der Aufsicht ein Flächengitter mit den Stellen für die Durchstiegsbohrungen 0 und die Anschlussbohrungen P. Die elektrisch leitenden Stege S sind schraffiert aus-

geführt. Mit diesem Flächengitter wird der in Fig. 6 dargestellte Raster ausgebildet. Zur besseren Darstellung sind die aufeinandergelegten Flächengitter a und b verschieden schraffiert; die Stellen für die Durchstiegsbohrungen 0 und die Anschlussbohrungen P_a und P_b ergeben den diesem Raster zugehörigen Bohrplan.

Fig. 7 zeigt ein hexagonales Flächengitter mit den elektrisch leitenden Stegen S in den 3 Richtungen H_1 , H_2 und H_3 sowie den Abständen zwischen zwei parallelen Stegen $|^{-E_1}|$, $|^{-E_2}|$ und $|^{-E_3}|$, entsprechend den angegebenen Richtungen $H_{1,2,3}$. Die Verschiebung erfolgt auch hier in allen Richtungen der

Stege, beispielsweise bei einem 2schichtigen Raster um die halbe Länge des Abstandvektors $|^{-E_i}|$ multipliziert mit einem dem hexagonalen System zugehörigen Geometriefaktor. Fig. 8 zeigt eine andere Ausführung eines hexagonalen Flächengitters.

Wie aus den Figuren ersichtlich, beträgt die gegenseitige Verschiebung benachbarter Flächengitter in einem N-schichtigen Raster $k/N \cdot (i=1 \dots H\Sigma)$, wobei k ein Geometriefaktor ist, der für orthogonale Flächengitter den Wert $k = 1$ und für hexagonale Flächengitter den Wert $k = 2/\sqrt{3}$ hat, und H die Anzahl der verschiedenen Richtungen der Stege S bezeichnet.

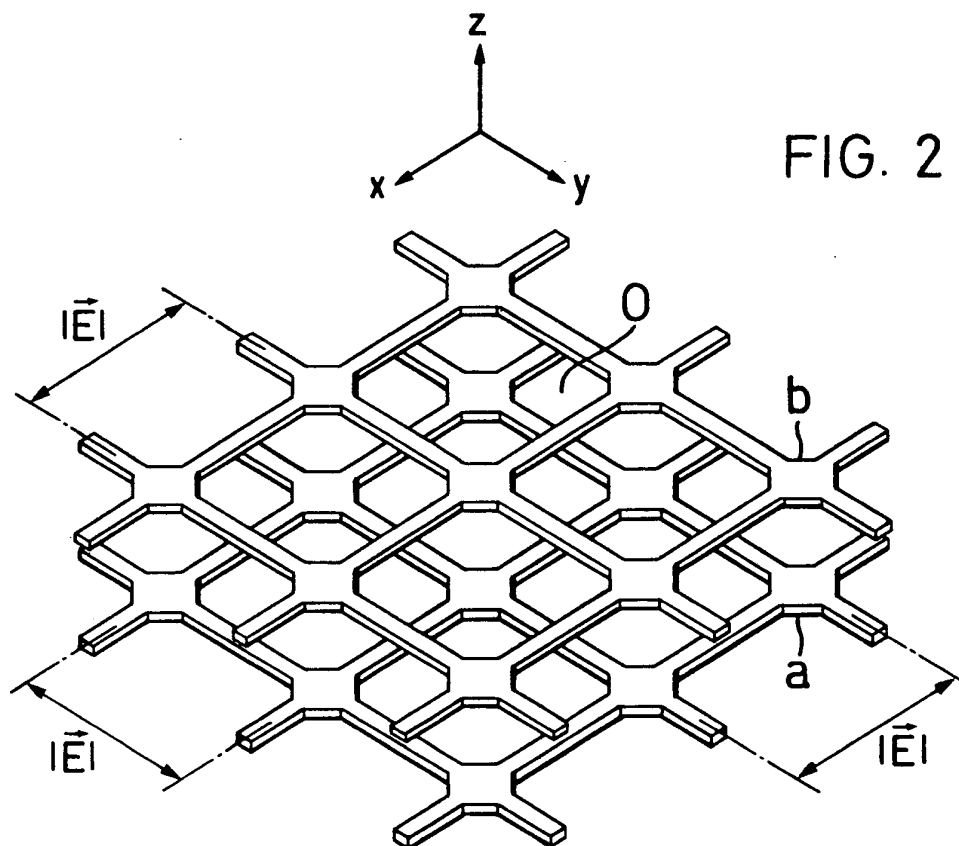
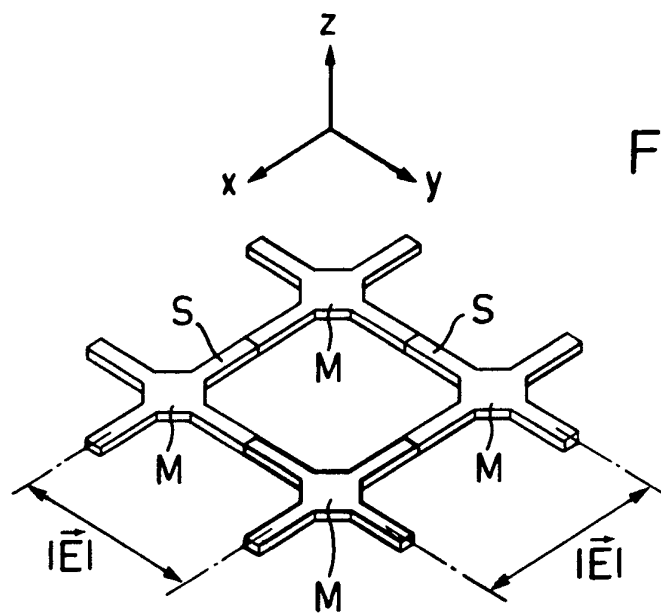


FIG. 3

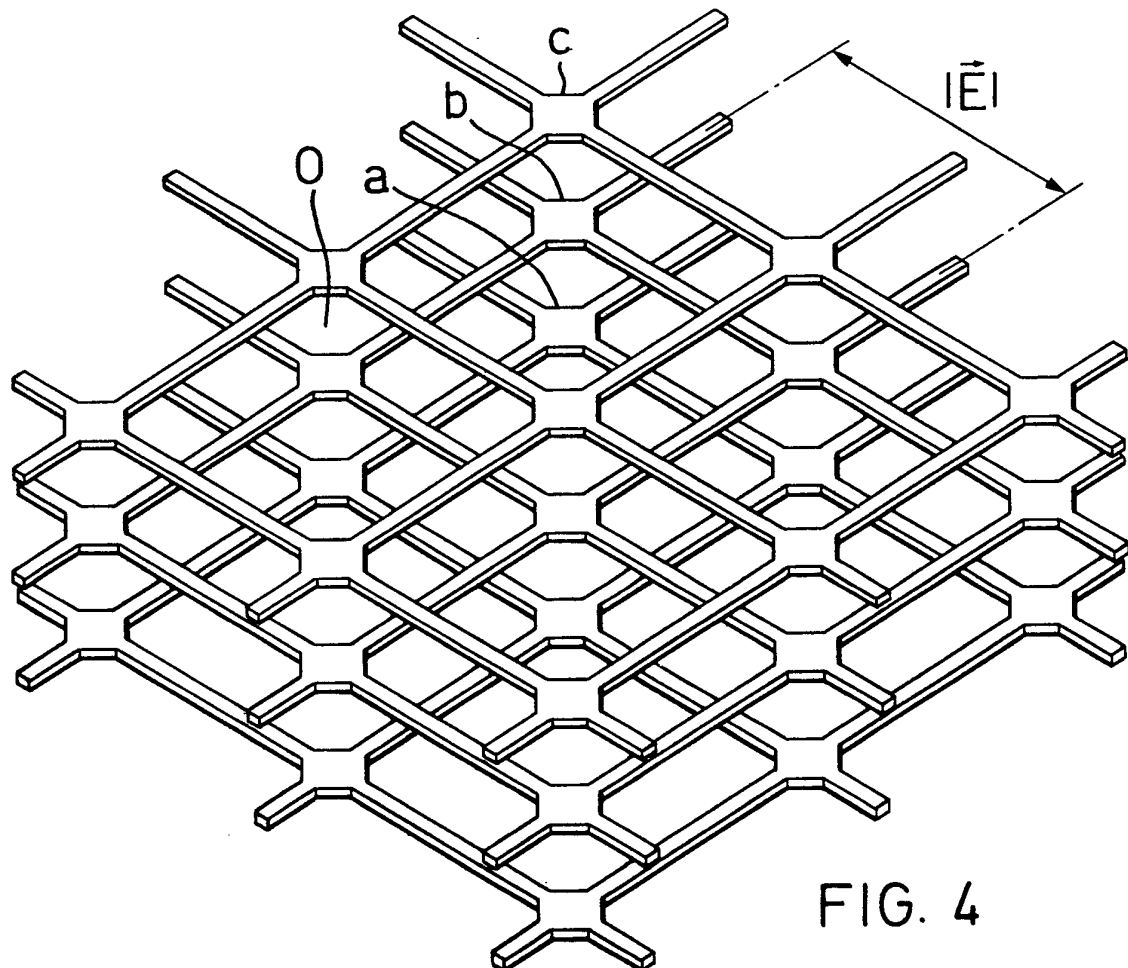
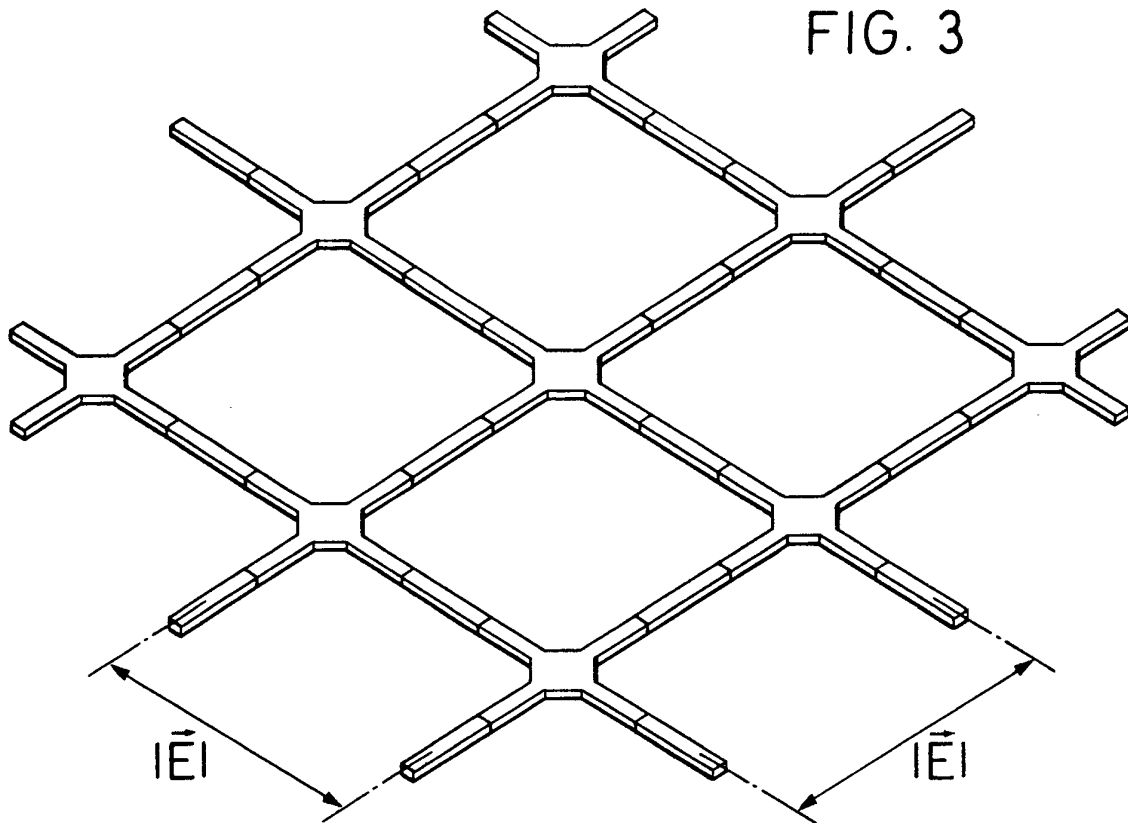


FIG. 4

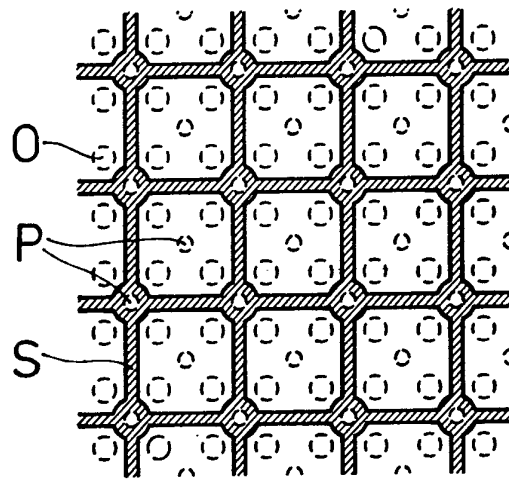


FIG. 5

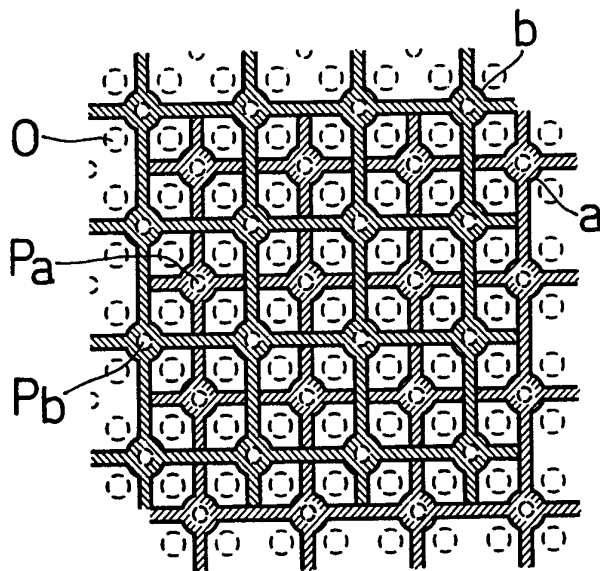


FIG. 6

